

補助事業番号 2017M-112
補助事業名 平成29年度 住環境での自立支援を目的とした2輪自律移動による杖型ガイドロボットの開発と制御補助事業
補助事業者名 岡山県立大学 情報工学部 准教授 井上 貴浩

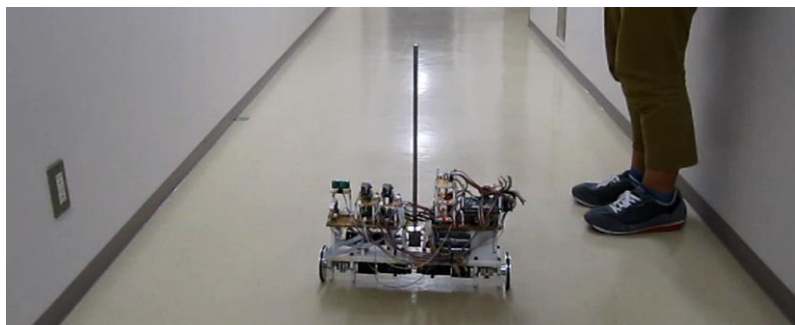
1 研究の概要

本研究で開発する2輪で自律移動が可能な杖型ガイドロボットを高齢者等が利用することで、屋内や室内に留まる時間を減らし外出しやすい住環境を提供できると考えている。それにより補助者や介助者を必要としない自立的な生活スタイルを確立できる。その結果、生活習慣病につながるような運動不足を解消でき、脚力維持のためのトレーニング効果も期待できる。これらの相乗効果として最終的には健康寿命を伸ばすことにつながり、より快適で充実した日常生活を送ることができる。このように、ロボット技術による生活の質向上を目指す。

2 研究の目的と背景

杖型ロボットの完成にはいくつかの技術的なブレークスルーが必要となる。まず、強い水平方向荷重に対する安定的な静止力（踏ん張り力）の実現である。つまり、被補助者（高齢者等）が突起物につまずいたりして杖部に瞬時的な大荷重が加わることがある。このときでも2輪のタイヤ部が路面に対して後方へ滑ることなく安定的に静止することが必要であり研究目的の一つとなる。次に、杖部からの被補助者への力呈示システムの開発である。通常歩行時のロボットとの接点は杖上部のハンド部であるため環境情報を適切に伝える手法の考案が二つめの目的となる。

3 研究内容



(URL) (<https://www.youtube.com/watch?v=N2jcWSbPKIM&feature=youtu.be>)

本研究では身体バランスを維持するための補助力を直接的にロボットが創出できる杖型歩行支援ロボットを開発する。そのための課題と解決方法について詳述する。まず、補助力を呈示するためにはロボット接地部の安定的な静止力と杖上部から手先への能動的な力出力が必要である。よって、接地部のブレーキ機構と杖上部の駆動機構を開発する。

ブレーキ機構はハイギヤ直流モータとマイコンからのモータドライバへのハイインピーダンス指令により実現する。また、被補助者との距離を一定に保つために、超音波センサや赤外線センサからのフィードバック情報に基づき、当研究室で開発した倒立制御アルゴリズムをロボットに実装する。

(A) 台車部機構の開発と動作検証

台車駆動機構には転がり摩擦力の大きい2輪型のゴムタイヤを採用し、ロボットの自律移動のために倒立安定化制御法を導入する。アイデアとしては直流モータでのタイヤ駆動を行い200程度のギヤ比にすることで、モータドライバへのブレーキ指令により路面滑りを防止する。従来の高価な電流制御回路ではなく電圧制御回路を自作する。これは市販で容易に入手可能なモータドライバ（Hブリッジ）を活用できる。これは速度制御が容易になると同時に、マイコンからの2本の信号（TTL）によりブレーキをかけることができる。高ギヤ比のモータを組み合わせることで、被補助者の”もたれ掛かり”によるタイヤの滑りを抑制する。

(B) 杖部機構の開発と動作検証

被補助者のもたれ掛かり等による前傾姿勢から上体を戻す補助動作を生成するためには、杖上部の手先把持部の伸縮と能動的な力出力が不可欠である。この機構を滑りネジと直列に配置するモータにより実現する。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

脚力に不安を抱える高齢者が受益者となることは疑いの余地はないが、脚部に傷害を持つ者へのリハビリテーションロボットとしても利用可能である。それは開発する杖型ロボットがいくつかの機能的センサを搭載するためである。例えば、ロボット自身の状態を監視するためのデジタルジャイロを搭載する一方で、被補助者を監視するためのレーザレンジセンサも備えるため、使用者の歩行状況を取得でき転倒やつまずきに気づくことが可能になる。このようにロボットの自律的判断で歩行支援ができるため、介助者や補助者の負担が減りその両者も受益者となる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

当研究室では3つの研究プロジェクトを設けており、そのひとつが生活支援用ロボットの設計と開発です。生活支援ロボットグループは本事業開始とともに立ち上げたグループであり、他グループとの連携をとりながら研究を進めています。一般的に生活支援ロボットの研究分野では、「人間機械協調システム」と言われるように、従来の機械のみの設計や仕様決定ではなく、一連のシステム内に老若男女を問わない人間が入り込んでいます。私が所属する学科では「人間中心の設計思想」を教育研究理念に挙げており、生活支援用機器やロボットの設計には人のダイナミクスや様々な特性を加味しなければなりません。

ロボットを設計する上でのこのような観点は今までの私の研究歴にはなかったものであり、この新展開を本補助事業で開始できました。当研究室においてこのような研究の方向性を堅持することで、学生たちにもこのような意識や観点を持たせることができます。つまり教育的効果も高く、大学の研究室での研究を通して高齢化社会に対する時代に相応しい視点を養えると思います。私の教歴では初めての試みであり今後発展させていこうと思います。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1) 知財はございません。

(2) 発表論文等

1. 荒木佑介、井上貴浩
3指多関節ハンドによる柔軟物体把持、
日本機械学会 中国四国支部 第56期総会・講演会、2018年3月
2. 岡本造、井上貴浩
丸ベルト振り駆動2指ロボットハンドによる把持物体操り制御、
日本機械学会 中国四国支部 第56期総会・講演会、2018年3月
3. 岡本造、井上貴浩、平井慎一
受動要素を備えた丸ベルト振り機構の2指による把持物姿勢操り制御、
計測自動制御学会 SI 部門講演会、2017年12月
4. 植田尊大、井上貴浩、平井慎一
弾性ベルト拮抗配置による可変関節剛性と長制御周期実験、
日本ロボット学会学術講演会、2017年9月
5. 荒木佑介、井上貴浩
ヒト指バイオメカニズムに基づくロボット指ワイヤ配置の実験的検討、
日本ロボット学会学術講演会、2017年9月
6. 荒木佑介、井上貴浩
停止位置の異なる2本腱ロボットフィンガの開発、
日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会、2017年5月
7. 岡本造、井上貴浩
丸ベルト振り駆動と受動要素を組み合わせたロボットフィンガの開発、
日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会、2017年5月

※【技術論文投稿中】

8. 井上貴浩、宮田龍一、平井慎一
収縮力を生じる丸ベルト振り駆動による単関節ロボットの位置・力制御実験、
日本ロボット学会誌

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

(A) バイオメカトロニクス研究室 2017 年度 年間研究活動報告書

http://www-bs.ss.oka-pu.ac.jp/inoue/research/houkokusyo_2017M-112.pdf

<p style="text-align: center;">バイオメカトロニクス研究室 2017 年度 年間研究活動報告書</p> <p style="text-align: right;">作成日 2018 年 5 月 17 日</p> <p>補助事業名 平成 29 年度住環境での自立支援を目的とした 2 輪自律移動による 杖型ガイドロボットの開発と制御 補助事業 JKA 補助事業により作成</p>

<p>論文一覧</p> <p>【国内発表論文】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 岡本造, 井上貴浩, 平井慎一, 受動要素を備えた丸ベルト振り機構の 2 指による把持物姿勢操り制御, 計測自動制御学会 SI 部門講演会, 2017 年 12 月2. 植田尊大, 井上貴浩, 平井慎一, 弾性ベルト拮抗配置による可変関節剛性と長制御周期実験, 日本ロボット学会学術講演会, 2017 年 9 月3. 荒木佑介, 井上貴浩, ヒト指バイオメカニズムに基づくロボット指ワイヤ配置の実験的検討, 日本ロボット学会学術講演会, 2017 年 9 月4. 荒木佑介, 井上貴浩, 停止位置の異なる 2 本腕ロボットフィンガの開発, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2017 年 5 月5. 岡本造, 井上貴浩, 丸ベルト振り駆動と受動要素を組み合わせたロボットフィンガの開発, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2017 年 5 月
--

A) 2輪駆動型自律移動ロボット

<https://youtu.be/N2jcWSbPKIM>

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

B) 他の関連ロボット

<http://www-bs.ss.oka-pu.ac.jp/inoue/research/research14/research14.html>

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名 : 岡山県立大学 情報工学部

(オカヤマケンリツダイガク ジョウホウコウガクブ)

住 所 : 〒719-1197

岡山県総社市窪木111

担 当 者 : 准教授 井上 貴浩 (イノウエ タカヒロ)

担 当 部 署 : 事務局 企画広報室 (キカクコウホウシツ)

E - m a i l : (担当者) inoue@ss.oka-pu.ac.jp

(担当部署) aiko_shimazu@ad.oka-pu.ac.jp

U R L : <http://www-bs.ss.oka-pu.ac.jp/>